

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bakteri *Coliform*

2.1.1 Pengertian dan Jenis

Bakteri adalah sel prokariotik yang khas, uniseluler dan rata-rata berukuran lebar 0,5-1,0 μm serta panjang hingga 10 μm . Bakteri memiliki peranan yang cukup penting dalam memelihara lingkungan, yaitu menghancurkan bahan-bahan yang tertumpuk di daratan maupun di perairan. Akan tetapi beberapa bakteri juga mampu menimbulkan efek negatif, seperti menyebabkan penyakit pada manusia, hewan dan tumbuhan. Meskipun pada umumnya jenis bakteri yang merugikan jumlahnya lebih sedikit dari jumlah keseluruhan spesies bakteri yang ada di dunia, akan tetapi karena bersifat patogen, bakteri tersebut sangat berpotensi mengganggu kesehatan dan bahkan dalam keadaan akut dapat menyebabkan kematian manusia. Pada kondisi suhu yang ideal bakteri akan berkembang biak melalui pembelahan sel maupun dengan spora (Irianto, 2006).

Bakteri patogen merupakan bakteri yang menyebabkan penyakit pada manusia, hewan, dan juga pada tumbuhan. Beberapa jenis bakteri patogen yang umum menjadi penyebab masalah kesehatan manusia, yaitu *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, dan *Escherichia coli*. Secara mikrobiologi bakteri indikator pencemaran yaitu bakteri *coliform*, *fecal coli* dan *fecal streptococcus*, diantara ketiga bakteri tersebut yang utama adalah *E. coli*. *E.*

coli ditemukan selalu pada badan-badan air seperti danau, sungai dan laut serta air kebutuhan masyarakat seperti air bak mandi air minum. Bahan ini berasal dari feses manusia dan hewan berdarah panas serta perairan yang terkontaminasi oleh limbah yang bersifat organik (Meliala, 2014).

Bakteri koliform merupakan suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai salah satu indikator kualitas air adanya cemaran mikroba, biasanya bias melalui kotoran yang kondisinya tidak baik terhadap kualitas air, makanan, maupun minuman. Koliform sebagai suatu kelompok bakteri dicirikan sebagai bakteri berbentuk batang, gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakultatif yang memfermentasi laktosa dengan menghasilkan asam yang ditandai dengan terbentuknya gas pada tabung yang telah diinkubasi pada media yang sesuai (Waluya, 2012). Untuk mengetahui jumlah bakteri koliform di dalam air digunakan metode (MPN) *Most Probable Number*.

Pengukuran kualitas air bersih secara bakteriologis dilakukan dengan melihat keberadaan organisme golongan coli (koliform) sebagai indikator. Koliform total telah lama diakui sebagai indikator bakteriologi yang cocok berkenaan dengan kualitas air karena bakteri ini mudah dideteksi dalam air dan mudah dikualifikasikan. Walaupun hasil pemeriksaan bakteri coli tidak dapat secara langsung menunjukkan adanya bakteri pathogen, tetapi dapat memberi kesimpulan bahwa kehadiran bakteri coli dengan jumlah tertentu dalam air dapat digunakan sebagai indikator adanya jasad pathogen. Koliform tinja adalah bakteri Gram negatif tidak membentuk spora, tumbuh pada suasana aerobik atau fakultatif anaerob. Bakteri tersebut hidup di usus

manusia dan hewan berdarah panas, sedangkan di air dapat bertahan hidup hingga suhu 200°C selama 1 minggu sampai dengan 1 bulan. Menurut Fardiaz (1993), bakteri koliform dapat dibedakan menjadi 2 kelompok diantaranya:

a. Koliform fekal

Kelompok bakteri koliform fekal ini diantaranya *Escherichia coli*. *Escherichia coli* merupakan bakteri yang berasal dari kotoran hewan atau manusia. Jadi adanya *Escherichia coli* pada air menunjukkan bahwa air tersebut pernah terkontaminasi feses manusia dan mungkin dapat mengandung pathogen usus.

b. Koliform non-fekal

Kelompok koliform non-fekal diantaranya, *Enterobacter aerogenes*. Bakteri ini biasanya ditemukan pada hewan atau tanaman-tanaman yang telah mati.

2.2 Air

Air merupakan kebutuhan paling vital bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Tubuh manusia terdiri dari sekitar 65% air makhluk hidup yang kekurangan air cukup banyak dapat berakibat fatal atau bahkan mengakibatkan kematian. Manusia memerlukan 2,5-3 liter air untuk minum dan makan kebutuhan air minum setiap orang bervariasi tergantung pada berat badan dan aktivitasnya dari 2,1 liter hingga 2,8 liter per hari. Air minum harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, maupun bakteriologis (Sutjahyo, 2012).

Air menutupi sekitar 70% permukaan bumi dengan jumlah sekitar 1.368 juta km³. Dari jumlah tersebut 97.23% adalah air laut. 2.15% es dan salju dan sisanya

0.625 adalah air tawar yang berada di daratan (danau, sungai dan air tanah). Prosentase bentuk air tawar terhadap air di bumi adalah air tanah 0.695%, air permukaan 0.027%, air atmosfer 0.001% dan salju 2.063%. di dalam perairan, terdapat ion utama (major ion), ion renik (trac) dan minor ion atau ion yang terdapat dalam jumlah sedikit dalam perairan. Ion utama terdiri dari Kalsium (Ca^{2+}), Magnesium, (Mg^{2+}), Natrium (Na^+), Kalium (K^+), Klorida (Cl), Bikarbonat (HCO), dan Sulfat (SO_4^{2-}). Di perairan kandungan ion-ion tersebut dinyatakan dalam satuan mg/liter (Yaswir & Ferawati, 2012).

Data Departemen Kesehatan (2004) rata-rata keperluan air Indonesia adalah 60 liter per kapita meliputi 30 liter untuk keperluan mandi 15 liter untuk keperluan minum dan sisanya untuk keperluan lainnya. Indonesia harus memenuhi persyaratan yang tertuang di dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No.173/Men.Kes/Per/VIII/77 dimana setiap komponen yang diperkenankan berada di dalamnya harus sesuai. Air tawar bersih yang layak minum, kian langka di perkotaan. Sungai-sungai yang menjadi sumbernya sudah tercemar berbagai macam limbah, mulai dari buangan sampah organik, rumah tangga hingga limbah beracun dari industri. Air tanah sudah tidak aman dijadikan bahan air minum karena telah terkontaminasi rembesan dari tangki septic maupun air permukaan.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017, Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter

yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. Air Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah di masak. Syarat air bersih yaitu tidak berasa, tidak berbau, dan tidak berwarna bebas dari cemaran kimia seperti logam berat, dan mikrobiologi. Cemaran mikrobiologi yaitu air yang digunakan sebagai air bersih bebas dari keberadaan kontaminasi Coliform. Coliform merupakan indikator adanya cemaran tinja dalam air. Standar baku mutu Air Keperluan Higiene Sanitasi yang diizinkan adalah 50/100 ml air (PERMENKES RI, 2017).

Seiring dengan berkembangnya penduduk, ketersediaan air bersih semakin berkurang, mengakibatkan kurangnya kemampuan tanah untuk menyerap air tidak sempurna sehingga bakteri Coliform dapat mengkontaminasi sumber air (Bambang dkk., 2014). Beberapa penyakit yang ditularkan melalui air diantaranya diare, hepatitis A, Polio, cholera, typus abdominilis, dysentrie amoeba, dan masih banyak lagi.

2.3 Uji Mikrobiologik Air Menggunakan Metode MPN (*Most Probable Number*)

Uji mikrobiologik air bak kamar mandi mahasiswa dan dosen digunakan metode MPN yang meliputi beberapa tes, diantaranya tes pendugaan (*presumptive test*), yang menggunakan media (LB) *Lactose Broth* dengan tujuan dan fungsi khusus

yaitu untuk mendeteksi ada tidaknya bakteri koliform dalam air, tes penegasan (*confirmed test*), dengan menggunakan media BGLBB (*Brilliant Green Lactose Bile Broth*) yang berfungsi sebagai media penyubur sekaligus media seleksi bagi bakteri selain bakteri koliform dan tes kesempurnaan (*completed test*) menggunakan media MCA (*Mac Conkey Agar*) berfungsi untuk mengidentifikasi jenis bakteri gram negative khususnya bakteri *Escherichia coli*. Metode MPN ini bersifat kualitatif, karena tidak dilakukan penghitungan secara langsung terhadap jumlah bakteri. Metode penentuan jumlah mikroorganisme dengan metode MPN (*Most Probable Number*) ini digunakan luas dilingkungan sanitasi untuk menentukan jumlah bakteri koliform di dalam air, susu, maupun makanan lainnya (Waluyo, 2005).

Metode ini adalah metode statistic yang didasarkan pada teori kemungkinan. Serangkaian sampel diencerkan sampai titik akhir, yaitu tidak ada lagi mikroorganisme hidup. Untuk mendapatkan titik akhir, serangkaian pengenceran dibiarkan di dalam media pertumbuhan yang cocok. Selanjutnya perkembangan atau perubahan sifat-sifat yang mudah diamati, seperti pembentukan asam atau kekeruhan, dipakai untuk mengetahui adanya pertumbuhan bakteri. pertumbuhan bakteri pada masing-masing tabung disesuaikan dengan table MPN (*Most probable number*) untuk menentukan konsentrasi mikroorganisme didalam sampel asli. Perhitungan MPN berdasarkan pada jumlah tabung yang positif, yakni yang ditumbuhkan mikroba setelah inkubasi pada suhu dan waktu tertentu (Waluyo, 2005).

Pengamatan tabung yang positif dapat dilihat dengan mengamati timbulnya kekeruhan atau terbentuk gas didalam tabung kecil (tabung Durham) yang terletak

pada posisi yang terbaik. Dalam metode MPN (*Most probable number*), pengenceran sampel harus lebih tinggi daripada pengenceran pada hitungan cawan, sehingga beberapa tabung yang berisi medium cair yang diinokulasi dengan larutan hasil pengenceran tersebut mengandung jasa renik, beberapa tabung mungkin mengandung lebih dari 1 sel, sedangkan tabung yang lain tidak mengandung sel sama sekali. Dengan demikian, setelah inkubasi diharapkan terjadi pertumbuhan pada beberapa tabung, yang dinyatakan sebagai tabung positif, sedangkan tabung-tabung lainnya negative (Waluyo, 2005).

2.4 Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar Biologi SMA untuk Kelas X

Sumber belajar merupakan segala sesuatu yang mendukung terjadinya proses belajar, termasuk pelayanan, bahan pembelajaran, dan lingkungan. Sumber belajar tidak hanya terbatas pada alat dan bahan, melainkan mencakup tenaga, biaya dan fasilitas. Sumber belajar dapat juga sebagai media yang berarti peraturan atau pengantar. Sumber pembelajaran adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menyampaikan pesan pembelajaran. Bentuk-bentuk stimulus dapat dipergunakan sebagai media pembelajaran diantaranya adalah hubungan atau interaksi manusia, realita, gambar bergerak atau tidak, tulisan dan suara yang direkam (Nandi, 2006). Adapun pandangan lainnya menurut Yusuf (2010), sumber belajar adalah segala jenis media, benda, data, fakta, ide, orang dan lainnya yang dapat mempermudah terjadinya proses belajar. Dari beberapa pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa sumber belajar merupakan segala sesuatu yang mengandung informasi yang bersumber

dari dalam ataupun luardiripeserta didik yang memiliki fungsi untuk mempermudah berlangsungnya proses belajar.

Seperti yang diungkapkan Widodo (2008), bahwa sumber belajar yang banyak dimanfaatkan dalam pembelajaran disekolah adalah sumber belajar cetak. Sumber belajar cetak mencakup segala bentuk produk cetak yang dimanfaatkan dalam pelajaran seperti buku, modul, kamus, LKS, ensiklopedia, koran dan lainnya. Sumber belajar cetak berisikan tulisan dan gambar. Sumber belajar cetak ini sangat tergantung pada kemampuan siswa dalam membaca dan memahami isi tulisan dan gambar yang disajikan dalam sumber belajar tersebut. Siswa yang banyak membaca dan cepat menguasai bahab yang dibaca akan memiliki pengetahuan yang baik. Sumber belajar cetak ini sangat besar peranannya dalam proses pembelajaran, sehingga guru dituntut untuk lebih jeli dan selektif dalam memilih buku dan modul yang tepat untuk digunakan sebagai sumber belajar.

Sumber belajar dapat berfungsi sebagai saluran komunikasi dan mampu berinteraksi dengan siswa dalam suatu kegiatan pendidikan dan pembelajaran. Oleh sebab itu guru harus mengembangkan dan merancang sumber belajar secara sistematis berdasarkan kebutuhan kegiatan pembelajaran yang akan dilaksanakan dan juga berdasarkan pada karakteristik para siswa yang akan mengikuti kegiatan pembelajaran tersebut. Selama ini sumber belajar dianggap sebagai suatu barang yang sulit dan membutuhkan biaya yang tinggi untuk mendapatkannya. Hal ini disebabkan guru dan siswa kurang memiliki kreatifitas dan inofasi dalam memanfaatkan bahan-bahan atau benda-benda yang ada disekitar lingkungannya. Lingkungan juga dapat

dimanfaatkan sebagai sumber belajar, sehingga siswa tidak perlu pergi jauh dengan biaya yang mahal, lingkungan yang berdekatan dengan sekolah dan rumah pun dapat dioptimalkan menjadi sumber belajar yang sangat bernilai bagi kepentingan belajar siswa. Adapun contoh sumber belajar menurut Prastowo (2011), antara lain, buku paket, modul, LKS, realita (benda nyata yang digunakan untuk sumber belajar), model, maket, museum, kebun binatang dan lain sebagainya.

Menurut Prastowo (2011), mengingat sumber belajar cetak banyak jenisnya maka modul dipilih karena memiliki fungsi:

- a. Peserta didik dapat belajar mandiri tanpa tergantung dengan fasilitator atau pendidik.
- b. Sebagai alat evaluasi, maksudnya peserta didik dapat mengukur sendiri kemampuannya seberapa tingkat penguasaannya terhadap materi yang telah dipelajari.
- c. Sebagai bahan rujukan bagi peserta didik, maksudnya karena modul mengandung berbagai materi yang harus dipelajari, maka modul juga sebagai bahan rujukan bagi peserta didik.
- d. Menjadi petunjuk mengajar yang efektif bagi pendidik serta menjadi latihan bagi peserta didik dalam melakukan penilaian sendiri (*self assessment*).

Sumber belajar memiliki fungsi yang penting dalam kegiatan pembelajaran, antara lain untuk mempercepat laju belajar dan membantu guru untuk menggunakan waktu secara lebih baik, mengurangi tugas guru dalam menyajikan informasi

sehingga guru dapat memperbanyak dalam melakukan pembinaan dan pengembangan gairah belajar peserta didik, mengurangi control guru yang kaku dan tradisional, memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk berkembang sesuai perancangan program pembelajaran yang lebih sistematis dan pengembangan bahan pengajaran yang dilandasi oleh penelitian (Anggir, 2015).

2.5 Kerangka Pemikiran

